

Docket No.: 2336-211

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :
Hyun Kee LEE *et al.* : Confirmation No. -----
U.S. Patent Application No. ----- : Group Art Unit: -----
Filed: October 22, 2003 : Examiner: -----

For: OPTICAL SWITCH AND METHOD OF PRODUCING THE SAME

CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims, in the present application, the priority of Korean *Patent Application No. 2003-41390, filed June 25, 2003*. The certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

LOWE HAUPTMAN GILMAN & BERNER, LLP

Benjamin J. Hauptman
Registration No. 29,310

1700 Diagonal Road, Suite 310
Alexandria, Virginia 22314
(703) 684-1111 BJH/klb
Facsimile: (703) 518-5499
Date: October 22, 2003

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

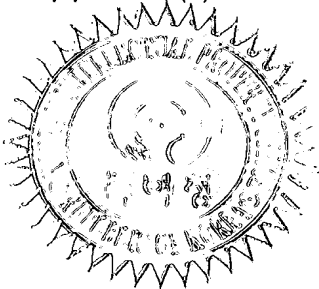
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0041390
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 06월 25일
Date of Application JUN 25, 2003

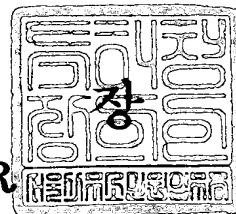
출원인 : 삼성전기주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.



2003 년 08 월 28 일

특 허 청

COMMISSIONER





【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0009
【제출일자】	2003.06.25
【국제특허분류】	G02B 26/08
【발명의 명칭】	광스위치 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	Optical Switch and Manufacturing method thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전기 주식회사
【출원인코드】	1-1998-001806-4
【대리인】	
【성명】	손원
【대리인코드】	9-1998-000281-5
【포괄위임등록번호】	2002-047982-8
【대리인】	
【성명】	함상준
【대리인코드】	9-1998-000619-8
【포괄위임등록번호】	2002-047984-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이현기
【성명의 영문표기】	LEE,Hyun Kee
【주민등록번호】	731113-1351115
【우편번호】	442-813
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 1040-12
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정성천
【성명의 영문표기】	JUNG,Sung Cheon
【주민등록번호】	660316-1066914



1020030041390

출력 일자: 2003/9/2

【우편번호】	442-707
【주소】	경기도 수원시 팔달구 망포동 벽산아파트 117-2001
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍윤식
【성명의 영문표기】	HONG,Yoon Shik
【주민등록번호】	700303-1047519
【우편번호】	463-776
【주소】	경기도 성남시 분당구 서현동 시범단지 한양아파트 301동 307호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조 의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 손원 (인) 대리인 함상준 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	9 면 9,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	6 항 301,000 원
【합계】	339,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 MEMS 구조의 광스위치의 장점과 도파로 구조 광스위치의 장점만을 취하여, 소비전력이 적고 패키징 공정이 용이하면서 스위칭속도가 빠른 광스위치에 관한 것으로서, 본 발명에 의한 광스witch는 광신호를 입력받는 입력측 광섬유에 연결되는 입력측 도파로; 광신호가 출력되어야 할 다수의 출력측 광섬유에 각각 연결되며 다수의 출력측 도파로; 상기 입력측 도파로와 출력측 도파로의 사이에 위치하며, 고정부와, 상기 고정부에 스프링으로 연결되어 소정의 힘에 의해 움직여 변위가 발생하는 가동부로 이루어진 MEMS 구조의 액츄에이터; 및 상기 액츄에이터의 가동부 상에 그 변위방향을 따라 각각 상기 가동부가 움직여 그 일단이 상기 입력측 도파로와 마주할 때, 각각의 출력단은 대응하는 다수의 출력측 도파로와 각각 마주하도록 형성되는 다수의 가동 도파로로 이루어진다.

【대표도】

도 3

【색인어】

WDM, 광스위치, 도파로, MEMS 구조, 가동도파로, 액츄에이터

【명세서】

【발명의 명칭】

광스위치 및 그 제조방법{Optical Switch and Manufacturing method thereof}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 MEMS 광스위치의 구조를 설명하는 모식도이다.

도 2는 종래의 도파로 광스위치의 구조를 설명하는 모식도이다.

도 3의 (a),(b)는 본 발명에 의한 광스위치의 기본 구조 및 동작상태를 보이는 도면이다.

도 4의 (a),(b)는 본 발명에 의한 광스위치의 확장된 실시예의 구조 및 동작상태를 보인 블럭도이다.

도 5의 (a),(b)는 본 발명에 의한 광스위치의 구체적인 실시형태를 보인 도면이다.

도 6은 본 발명에 의한 광스위치의 제조 방법을 순차적으로 서술한 플로우 차트이다.

도 7은 본 발명에 의한 광스위치의 제조 방법을 공정별로 도시한 도면이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

32, 42 : 입력측 도파로

34, 44 : 출력측 도파로

35, 45 : 가동 도파로

37, 47 : 액츄에이터

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<13> 본 발명은 파장 분할 다중화 방식 광통신망에서 핵심 부품으로 사용되는 광 스위치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 응답속도 및 소비전력이 작으면서 단순한 접합공정만으로서 광섬유와의 연결이 가능하여 패키징 공정에서 요구되는 정밀도 및 편리성이 보장된 광스위치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

<14> 일반적으로, 광스witch는 파장 분할 다중화 방식(Wavelength division multiplexing, WDM이라 약칭함) 광통신망에 있어서, 광섬유를 통해 전달되는 광 신호의 경로를 변경하는 역할을 수행하는 것으로서, 현재 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기술로 구현된 광스위치와, 열에너지에 의한 굴절을 변화를 이용하여 구현된 광스위치, 두 방향으로 연구 개발이 이루어지고 있는 실정이다 .

<15> 상기 에서 MEMS 광스witch는 MEMS 구조로 이루어진 액츄에이터의 변위 발생에 의하여 입력단 광섬유로부터 나온 빛이 미세 거울에 의해 반사되어 둘 이상의

방향으로 전달되도록 하는 방식으로, 그 개략적인 구조는 도 1에 도시한 바와 같다.

<16> 도 1의 (a),(b)에 도시된 바와 같이, MEMS 광스위치는 기본적으로 스위칭될 광신호가 입력되는 입력단 광섬유(11)와, 상기 입력단 광섬유(11)에 대하여 수직 방향으로 위치한 제1출력단 광섬유(12)와, 상기 입력단 광섬유(11)에 대하여 일직선상에 위치한 제2출력단 광섬유(13))와, 상기 입력단광섬유(11)와 제1, 2출력단광섬유(12,13) 사이에 위치하여 반사를 통해 입력된 광신호의 방향을 바꾸기 위한 미세거울(14)과, 상기 미세거울(14)을 움직이는 액츄에이터(15)로 구성되며, 상기 액츄에이터(15)를 구동하여 미세거울(14)을 입력단 광섬유(11)와 출력단 광섬유(12,13) 사이에 위치시키면 입력단 광섬유(11)로부터 입력된 광섬유가 상기 미세거울(14)에 반사되어 제1출력단 광섬유(12)로 나가며, 반대로 상기 액츄에이터(15)가 미세거울(14)을 뒤로 이동시키면, 상기 입력단 광섬유(11)로 입력된 광섬유는 반사되지 않고 그대로 진행하여 제2출력단 광섬유(13)을 통해 나간다.

<17> 즉, MEMS 구조로 이루어진 액츄에이터(15)의 변위발생에 의하여 그에 연결된 미세거울(14)에 변위가 발생하여 빛의 방향을 바꾸는 것으로서, 미세 구조의 액츄에이터를 이용함으로써 스위칭 속도가 빠르고, 소비전력이 작다는 장점이 있는 반면에, 패키징 공정에서 입력단 광섬유와 출력단 광섬유를 정밀하게 정렬해야 하는 어려움이 있다.

<18> 다음으로, 도 2는 도파로의 굴절을 변화를 이용한 광스위치를 도시한 개략 구성도로서, 이는 입력측 도파로(21)와 서로 굽기가 다른 제1,2 출력측 도파로(22,23)를 Y자형으로 배치하고, 상기 제1,2출력측 도파로(22,23)중 더 얇은 제2 도파로(23)상에 열을 가할 수 있는 히팅수단(24)을 설치하여 이루어지는 것으로서, 히팅수단(24)이 동작하지 않는 오프 상태에서는 입력측 도파로(21)로 입사된 광신호가 제1 출력측 도파로(22)로 진행하며, 히팅수단(24)이 동작하는 온상태에서는 상기 히팅수단(24)에 의해 가해지는 열에너지에 의하여 제2출력측 도파로(23)의 온도가 높아져 굴절율이 낮아져 입력측 도파로(21)로부터 입사된 광신호가 제2출력측 도파로(23)로 진행됨으로서, 광신호의 경로를 스위칭한다.

<19> 이러한 굴절률 변화를 이용한 광스위치는 웨이퍼 상에 도파로가 직접 제작되기 때문에, 다른 도파로 소자와의 집적이 용이하며, 광섬유의 정렬없이 단지 입력단과 출력단 각각에 광섬유를 접합하는 공정으로 패키징이 가능하다는 장점이 있는데 반하여, 동작에 열에너지를 이용하기 때문에 전력소모가 크고, 스위칭 속도가 느리다는 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<20> 본 발명은 상술한 종래의 문제점들을 해결하기 위하여 것으로서, 그 목적은 MEMS 구조의 광스위치의 장점과 도파로 구조 광스위치의 장점만을 취하여, 소비

전력이 적고 패키징 공정이 용이하면서 스위칭속도가 빠른 광 스위치를 제공하는 데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<21> 상술한 목적을 달성하기 위한 구성수단으로서, 본 발명은 광신호를 입력받는 입력측 광섬유에 연결되는 입력측 도파로; 광신호가 출력되어야 할 다수의 출력측 광섬유에 각각 연결되며 다수의 출력측 도파로; 상기 입력측 도파로와 출력측 도파로의 사이에 위치하며, 고정부와, 상기 고정부에 스프링으로 연결되어 소정의 힘에 의해 움직여 변위가 발생하는 가동부로 이루어진 MEMS 구조의 액츄에이터; 및 상기 액츄에이터의 가동부 상에 그 변위방향을 따라 각각 상기 가동부가 움직여 그 일단이 상기 입력측 도파로와 마주할 때, 각각의 출력단은 대응하는 다수의 출력측 도파로와 각각 마주하도록 형성되는 다수의 가동 도파로로 이루어진 광 스위치를 제공한다.

<22> 상기 본 발명에 따른 광스위치는 MEMS 구조의 액츄에이터에 의해 가동도파로에 변위가 발생되어 입력측 도파로를 다수의 출력측 도파로에 선택연결함으로써, 광신호의 스위칭을 가능하게 한 것으로, 응답속도가 빠르면서 소비전력이 적게 들고, 더불어 광섬유와의 결합이 용이하다는 효과가 있다.

<23> 더하여, 본 발명에 의한 상기 광스위치는 정전력을 이용하여 상기 액츄에이터의 가동부를 변위시키는 액츄에이터 구동부를 더 포함하는 것을 특징으로 하며, 상기 액츄에이터 구동부는 상기 액츄에이터의 가동부의 일측단에 일체로

형성된 빗살형태의 가동전극과, 상기 가동전극과 소정간격 떨어져 고정 설치되는 빗살형태의 고정전극을 포함하고, 상기 가동전극과 고정전극에 소정 전압을 인가하여 그 인가된 전압에 의해 발생된 정전력에 의해 가동전극 및 그에 일체로 형성된 가동부에 변위를 발생시킬 수 있다.

<24> 더하여, 상술한 바와 같은 구조의 본 발명의 광스위치는 제1 실리콘 기판의 상부에 캐비티(cavity)를 형성하는 단계; 상기 캐비티가 형성된 제1실리콘 기판의 상부에 제2실리콘기판을 접합시키는 단계; 상기 제2실리콘기판을 소정 두께로 연마하는 단계; 상기 연마된 제2실리콘기판의 상부에 소정 두께의 전극층을 형성하는 단계; 상기 형성된 전극층을 에칭하여 MEMS 구조물에 대응하는 마스크용 전극패턴을 형성하는 단계; 상기 제2실리콘기판 및 전극패턴의 클래드와 코어로 이루어진 도파로를 형성하는 단계; 및 상기 제2실리콘기판을 전극패턴을 마스크로 이용하여 에칭하여 MEMS 구조물을 형성하는 단계로 이루어진 제조 방법에 의하여 제조될 수 있다.

<25> 상기 본 발명에 의한 광스위치의 제조 방법은 제1실리콘기판의 하부 소정위치에 정렬 마크를 형성하는 단계를 더 포함하고, 캐비티 형성, 전극패턴형성, 도파로 형성단계에서 캐비티 및 전극패턴 및 도파로의 위치를 상기 정렬마크를 기준으로 설정할 수 있다.

<26> 또한, 상기 본 발명에 의한 광스위치의 제조방법에 있어서, 상기 도파로 형성단계는 제2실리콘기판 및 전극패턴의 상부에 하부 클래딩을 증착하는 단계; 상기 형성된 하부 클래딩층의 상부에 코어를 장착하는 단계; 상기 코어가 장착된 클래딩층의 상부에 다시 클래딩을 증착하는 단계; 및 상기 도파로부분을 제외한 나머지 부분의 클래딩을 제거하는 단계로 이루어질 수 있다.

<27> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 의한 광스위치의 구성 및 그 제조방법에 대하여 설명한다.

<28> 도 3의 (a),(b)는 본발명에 의한 광스위치의 기본 구성을 도시한 것으로서, 각각 서로 다른 동작 상태를 나타낸 것입니다.

<29> 도 3의 (a)는 오프셋 상태의 광스위치로서, 이를 참조하면 본 발명에 의한 광스위치(30)는 빛이 전달되는 입력측 광섬유(31)에 연결되는 입력측 도파로(32)와, 빛이 출력되어야 할 둘 이상의 출력측 광섬유(33)에 각각 연결되는 다수의 출력측 도파로(34)와, 상기 입력측 도파로(32)와 다수의 출력측 도파로(34)간을 각각 일대일로 연결하는 다수의 가동 도파로(35)와, 소정 베이스(도시 생략)상에 고정되어 있는 고정부(38)와 상기 고정부(38)에 스프링으로 연결되어 있으며 상기 다수의 가동 도파로(35)가 그 상부에 배열되어 소정의 힘에 의해 변위가 발생되는 가동부(36)로 이루어진 액츄에이터(37)로 구성된다.

<30> 상기에서, 입력측 도파로(32)와 출력측 도파로(34)는 고정 설치되어 있는 것으로서, 웨이퍼상에 직접 제작될 수 있으며, 신호 전달 매체로 이용되는 광섬유(31,32)에 각각 본딩 기술에 의해 연결된다. 이때, 상기에서 출력측 도파로(34)를 두 개로 구성하였으나, 이는 스위칭경로의 수에 비례하여 증가될 수 있으며, 그에 따라 가동도파로(35)의 수도 증가된다.

<31> 그리고, 상기 출력측 도파로(34)는 각각 서로 다른 광섬유에 연결되는 것으로서, 특별히 그 배치형태가 한정되지는 않지만, 바람직하게 도 3(a)에 도시된 바와같이 대체적으로 평행하게 배치하는 것이 출력측 광섬유(33)의 연결이나 가동 도파로(35)의 형성시 편의를 도모할 수 있다.

<32> 그리고, 상기 다수의 가동 도파로(35)는 상기 출력측 도파로(34)의 수와 동일한 갯수로 형성되며, 일단이 상기 입력측 도파로(32)에 근접하며 마주보면, 그 타단은 각각의 대응하는 출력측 도파로(34)와 근접하여 마주볼 수 있도록 형성되며, 이를 위하여 일부 가동 도파로(35)는 약간의 굴곡이 형성될 수 있다.

<33> 도 3의 (a)에 보인 도면을 가동 도파로(35)의 구조를 이해시키기 위하여 모식화한 것으로서, 실제 구현시 상기 도파로(32,34,35)는 아주 미세한 굽기를 갖기 때문에, 상기 다수의 가동 도파로(35)들은 거의 직선에 가까운 형태를

갖는다. 더불어, 상기 가동 도파로(35)는 MEMS 구조로 형성된 액츄에이터(37)의 가동부(36)상에 형성되어 가동부(36)와 일체로 움직인다.

<34> 그리고, 상기 액츄에이터(37)는 MEMS 구조로 이루어진 것으로서, 위치가 고정되어 있는 고정부(38)와, 상기 고정부(38)에 스프링으로 연결되며 소정의 힘(예를 들어, 정전력이나 열등)에 의하여 도면상에서 y축방향으로 변위가능한 가동부(36)로 이루어진다.

<35> 이러한 가동부(36)의 상부에 변위방향으로 상기 다수의 가동 도파로(35)들이 일렬로 배치되어, 상기 가동부(36)의 y축방향 변위를 조정함으로써 입력측 도파로(32)에 다수의 출력측 도파로(34)를 선택적으로 연결할 수 있도록 구성된다.

<36> 상기와 같이 구성된 광스위치의 동작은 다음과 같다.

<37> 상기 도 3에서 (a)는 액츄에이터(37)가 움직이지 않은 초기상태의 광스위치의 동작상태를 나타내며, (b)는 액츄에이터(37)가 움직인 경우의 광스위치의 동작상태를 나타낸다.

<38> 초기 오프상태에서는, 도 3의 (a)에 도시된 바와 같이, 상기 액츄에이터(37)의 가동부(36)의 y축 변위에는 변화가 없으며, 이때, 다수의 가동도파로(35) 중 제1가동 도파로(35a)의 일단이 입력측 도파로(32)와 마주하게 되고 그 타단이

하단의 출력측도파로(34)와 마주하게 된다. 따라서, 입력측 광섬유(31)로부터 입사된 광신호가 가동도파로(35a)를 통하여 제1출력측도파로(34a)에 연결된 출력측 광섬유(33a)로 전달된다.

<39> 그리고, 액츄에이터(37)가 -y방향으로 움직인 경우, 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, 입력측 도파로(32)와 출력측 도파로(34b)가 제2가동도파로(35b)에 의하여 연결되며, 따라서, 입력측 광섬유(31)로부터 입사된 광신호가 가동도파로(35b)를 통하여 출력측 도파로(34b)에 연결된 출력측 광섬유(33b)로 전달된다.

<40> 결과적으로, 상기 액츄에이터(37)의 동작에 의하여 입력측도파로(32)로 인가된 광신호는 두가지 경로(path1, path2)중 하나로 선택 전달된다.

<41> 상기 도 3에서는 가장 간단한 형태로서, 경로를 2가지로만 구성하였으나, 이 스위칭 경로는 상기 가동도파로(35) 및 출력측도파로(34)의 수에 비례하여 증가될 수 있다.

<42> 도 4는 4개의 스위칭 경로를 갖는 본 발명에 의한 광스위치를 도시한 것으로서, (a),(b)는 각각 서로 다른 스위칭 경로를 설정한 상태를 도시한다.

<43> 상기 도 4에 도시된 광스위치는 고정된 위치를 갖는 입력측도파로(42)와, 액츄에이터(47)의 변위방향으로 배열되어 고정된 4개의 출력측 도파로(44)와, 고정부(48)에 스프링으로 연결되어 외부의 소정 힘에 의하여 y축방향으로 변위되는 가동부(46)를 갖는 액츄에이터(47)와, 상기 액츄에이터(47)의 가동부(46) 상단에 위치하며 액츄에이터(47)의 변위방향으로 배열되며, 각각 상기 액츄에이터(47)의 가동부(47)의 이동위치별로 일단은 입력측 도파로(45)에 공통으로 대응되고 타단은 4개의 출력측 도파로(44)에 각각 대응되도록 형성되는 4개의 가동 도파로(45)를 구비한다.

<44> 상기 광스위치는, 초기상태에서는 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이, 입력측 도파로(42)가 맨 아랫부분에 위치한 가동도파로(45)의 일단과 마주하며, 상기 입력측도파로(42)에 연결된 가동도파로(45)의 타단은 맨 아랫부분에 위치한 출력측 도파로(44)와 마주한다. 따라서, 입력측 광섬유(41)로부터 전달된 광신호는 제1 출력측 광섬유(43a)로 전달된다.

<45> 그리고, 상기 액츄에이터(47)의 가동부(46)를 -y방향으로 소정 간격 이동시키면, 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이, 입력측 도파로(42)와 제2가동도파로(45b)의 일단이 마주하고, 상기 제2가동도파로(45b)의 타단과 제2출력측 광섬유(44b)가 마주하여, 입력측 광섬유(41)로부터 전달된 광신호가 제2출력측 광섬유(43b)로 전달된다.

- <46> 마찬가지로, 상기 액츄에이터(47)의 가동부(46)을 -y방향으로 계속 이동시킴으로서 입력측 도파로(42)-제3가동도파로(45c)-제3출력측도파로(44c) 또는 입력측 도파로(42)-제4가동도파로(45d)-제4출력측도파로(44d)가 이어져, 입력측 광섬유(41)로부터 전달된 광신호가 제3 또는 제4 광섬유(43c, 43d)로 전달된다.
- <47> 결과적으로, 상기 액츄에이터(47)의 가동부(46)의 변위를 미세조정함으로서 입력측광섬유(41)로부터 전달되는 광신호를 제1 내지 제4출력측 광섬유(43a~43d)중 한쪽으로 스위칭시킬 수 있게 된다.
- <48> 상기에서, 액츄에이터(47)의 가동부(46) 변위의 미세조정은 예를 들어, 정전력이나 열등 다양한 힘에 의하여 이루어질 수 있으며, 이러한 MEMS 구조에서의 가동부 가동원리는 일반적으로 잘 알려져 있다.
- <49> 도 5는 본 발명에 의한 광스위치의 구체적인 실시형태로서, 일반적으로 MEMS 기술분야에서 많이 이용되는 정전력 변화를 이용하여 광경로를 변경하는 광스위치 구조이다.

<50> 상기 도 5를 참조하면, 앞서 도 3에 보인 구성에 있어서, 액츄에이터(37)의 일단에 빗살(comb) 형태의 가동전극(37a)이 형성되고, 상기 가동전극(37a)과 소정 간격 이격되어 고정전극(37b)가 형성된다.

<51> 상기의 가동전극(37a)과 고정전극(37b)에 전압이 인가되지 않은 상태에서는 가동부(36)에 변위가 발생되지 않으며, 따라서 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이 초기 설계상태대로 입력측도파로(32)와 제1출력측도파로(34a) 사이에 제1가동도파로(35a)가 위치하게 된다.

<52> 그리고, 상기 가동전극(37a)와 고정전극(37b)로 각각 소정의 전압을 인가하면, 가동전극(37a)과 고정전극(37b) 사이에 소정의 전압차가 발생하여, 정전력이 발생되며, 그에 따라 가동전극(37a) 및 그에 일체로 연결된 가동부(36)가 -y방향으로 이동되어, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이 제2가동도파로(35b)이 입력측도파로(32)와 제2출력측도파로(34b) 사이에 위치하게 된다.

<53> 상기 가동전극(37a)의 이동거리는 가동전극(37a)과 고정전극(37b) 사이의 정전력에 비례하고, 상기 가동전극(37a)과 고정전극(37b) 간에 발생하는 정전력은 상기 전극(37a,37b)간의 전압차에 따르므로, 가동전극(37a)과 고정전극(37b)에 가해지는 전압레벨을 조정함으로써 가동전극(37a)의 이동거리를 조정할 수 있

다. 따라서, 외부에서 인가되는 전압신호를 제어함으로서 액츄에이터(37) 변위의 미세조정이 가능해지며, 결과적으로 스위칭 경로의 제어가 가능하게 된다.

<54> 이상 설명한 본 발명의 광스위치는 MEMS 구조물과 도파로를 결합하여 구현되는 것으로서, 그 제조 방법은 도 6에 도시된 바와 같이 이루어진다.

<55> 상기 광스위치의 제조 과정을 도 6의 플로우차트 및 도 7의 공정도를 참조하여 이하에 설명한다.

<56> 먼저, 상술한 액츄에이터들 및 도파로를 지지할 제1실리콘기판(71)상에 액츄에이터(37,47)의 가동부(36,46)가 위치될 캐비티(cavity)(71b)를 형성한다(601).

<57> 상기 캐비티 형성과정은 먼저, 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 이후 캐비티(cavity)의 상부에 액츄에이터(37,47)의 가동부(36,46)가 정확하게 배치시키기 위하여 기준위치를 잡을 수 있도록 먼저, 상기 제1실리콘기판(71)의 하면에 정렬마크(71a)를 형성한다. 상기 정렬마크(71a)는 제1실리콘기판(71)의 하면에 리소그래프(lithography)공정을 이용하여 감광제(pr) 패턴을 형성한 후, 에칭에 의하여 정렬마크(71a)를 형성한다. 상기 정렬마크(71a)의 크기는 특별히 제한되지 않는다.

<58> 그 다음, 같은 공정을 통하여 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이 상기 제1실리콘기판(71)의 상면 정렬마크(71a)와 대향하는 위치를 식각하여 캐비티(71b)를 형성한다.

<59> 그리고 나서, 도 7의 (c)에 도시된 바와 같이, 남아있는 감광제를 제거한 후, 상기 제1실리콘(71)의 상면에 액츄에이터(37,47)를 구현할 제2실리콘기판(72)을 본딩한 후, 상기 제2실리콘기판(72)을 연마(polishing)하여 소정 두께로 만든다(602).

<60> 그 다음, 상기 연마된 제2실리콘기판(72')의 상부에 전도성의 메탈을 증착하여 메탈층(73)을 형성한다(603). 상기 메탈층(73)은 액츄에이터(37,47) 부분에 대한 건식 식각 마스크 역할을 하며, 완성후에는 전극으로서 기능하게 된다. 이때, 상기 메탈층(73)은 스퍼터링(sputtering), evaporation 등의 공정에 의하여, 제2실리콘기판(72')와의 식각 선택비를 고려한 소정 두께로 증착한다.

<61> 그 다음 단계 604에서, 도 7의 (e)에 도시된 바와 같이, 상기 메탈층(73)의 상부에 액츄에이터(37,47)을 형성하기 위한 식각패턴을 감광막(PR)으로 형성하고, 상기 감광막(PR)을 식각마스크로 이용하여 마스크되지 않은 나머지 메탈을 습식 또는 건식으로 식각하여 마스크겸용 전극패턴(73')을 형성한다(604). 이때,

상기 마스크패턴은 정렬마크(71a)를 기준으로 패터닝된다. 상기에서, 전극패턴 (73')을 마스크로 이용하여 제2실리콘기판(72')를 식각함으로써 액츄에이터 (37,47)가 완성될 수 있지만, 도파로(32,34)를 형성하기 위하여 아직은 남겨둔다 .

<62> 그리고 단계 605에서는, 도 7의 (f)에 도시한 바와 같이, 상기 전극패턴 (73')이 형성된 제2실리콘기판(72')의 상부에 하부 클래드층(74)를 형성한다 (605).

<63> 그 다음 단계 606에서 상기 하부 클래드층(74)의 상부에 코어(75)를 형성한다. 이때, 도 7의 (g)에 도시된 바와 같이, 정렬마크(71a)를 기준으로 상기 도 3 및 도 4에 있어서 가동 도파로(35,45)들에 대응하는 코어(75)가 위치한다.

<64> 이어서, 도 7의 (h)에 도시된 바와 같이 상기 코어(75)의 상부에 다시 클래드를 증착하여 상부클래드층(77)을 형성한다(607).

<65> 그 다음 단계 608에서, 설계된 도파로외의 부분에 증착된 클래드를 제거하여 도 3 및 도 4의 입력측, 가동, 및 출력측 도파로(32,34,35,42,44,45) 부분을 형성한다(608).

<66> 일반적으로, 도파로는 재질에 따라서 크게 실리카 계열과 폴리머 계열의 종류로 구분할 수 있는데, 이러한 두 방식 모두 본 발명의 광스위치에 적용될 수 있다. 상기 도 7의 (f)~(i))에서는 도파로 형성 공정으로서 대표적인 FHD 방식의 제작 과정을 나타내었다.

<67> 그 다음 마지막 단계 609로서, 앞서의 단계604에서 형성된 전측패턴(73')를 마스크로 이용하여 노출된 나머지 제2실리콘기판(72')를 에칭하여 MEMS 구조물, 즉 액츄에이터(37,47)를 완성한다.

<68> 이상의 제조 공정에 있어서, 제2실리콘기판(72)에 형성되는 MEMS 구조물인 액츄에이터(37,47)들과, 도파로들의 위치는 상기 제1실리콘기판(71)의 하부에 형성된 정렬마크(71a)를 기준으로 정렬시켜, 제1실리콘기판(71)의 캐비티(71b) 상에 액츄에이터의 가동부(36,46)가 위치하고, 상기 가동부(36,46)의 상부에 가동 도파로(35,45)들이 형성되게 한다.

<69> 도 7의 (j)는 이상의 공정에 의한 완성된 광스위치의 단면도로서, 도 3의 (a),(b)에 도시한 본 발명에 의한 광스위치의 A-A' 단면도가 된다.

<70> 상기 도 7의 (j)를 참조하면, 입력측 도파로(32), 출력측도파로(34), 가동도파로(35)는 동일한 수평면 상에 형성되며, 특히 상기 가동도파로(35)는 상기 도파로들(32,34,35)들이 형성된 수평면상에 소정 방향으로 변위된다.

<71> 그리고, 상기 가동도파로(35)와 액츄에이터의 가동부(36,46)와 캐비티(71b)가 수직하게 배열되어, 일체로 변위된다.

<72> 상기와 같이 구성된 광스위치는, 입출력측에 도파로가 각각 구비되어 있으므로 광섬유와 본딩시키는 것으로 패키징 공정이 수행될 수 있고, 또한 스위칭기능이 수행되는 부분이 MEMS 구조에 의해 구현됨으로서, 소비전력이 낮아지면서 응답속도는 빨라질 수 있다.

【발명의 효과】

<73> 상술한 바와 같이, 본 발명에 의한 광스위치는 광섬유와 연결되는 입출력 부분은 도파로로 구현되고, 스위칭 부분은 MEMS 구조물에 의하여 입출력측 도파로를 각각 연결하는 가동 도파로를 변화시키는 구조로 구현됨으로서, 소비전력을 줄이면서 응답속도는 빨라지며, 더하여 패키징 공정시의 정밀도가 덜 요구되어 편의성을 증가시킬 수 있는 우수한 효과가 있는 것이다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

광신호를 입력받는 입력측 광섬유에 연결되는 입력측 도파로;

광신호가 출력되어야 할 다수의 출력측 광섬유에 각각 연결되며 다수의 출력측 도파로;

상기 입력측 도파로와 출력측 도파로의 사이에 위치하며, 고정부와, 상기 고정부에 스프링으로 연결되어 소정의 힘에 의해 움직여 변위가 발생하는 가동부로 이루어진 MEMS 구조의 액츄에이터; 및

상기 액츄에이터의 가동부 상에 그 변위방향을 따라 각각 상기 가동부가 움직여 그 일단이 상기 입력측 도파로와 마주할 때, 각각의 출력단은 대응하는 다수의 출력측 도파로와 각각 마주하도록 형성되는 다수의 가동 도파로

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광 스위치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 광스위치는

정전력을 이용하여 상기 액츄에이터의 가동부를 변위시키는 액츄에이터 구동부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광 스위치.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 액츄에이터 구동부는

상기 액츄에이터의 가동부의 일측단에 일체로 형성된 빗살형태의 가동전극과,

상기 가동전극과 소정간격 떨어져 고정 설치되는 빗살형태의 고정전극을 포함하고,

상기 가동전극과 고정전극에 소정 전압을 인가하여 그 인가된 전압에 의해 발생된 정전력에 의해 가동전극 및 그에 일체로 형성된 가동부를 변위시키는 것을 특징으로 하는 광 스위치.

【청구항 4】

제1 실리콘 기판의 상부에 캐비티(cavity)를 형성하는 단계;

상기 캐비티가 형성된 제1실리콘 기판의 상부에 제2실리콘기판을 접합시키는 단계;

상기 제2실리콘기판을 소정 두께로 연마하는 단계;

상기 연마된 제2실리콘기판의 상부에 소정 두께의 전극층을 형성하는 단계;

상기 형성된 전극층을 에칭하여 MEMS 구조물에 대응하는 마스크용 전극패턴을 형성하는 단계;

상기 제2실리콘기판 및 전극패턴의 클래드와 코어로 이루어진 도파로를 형성하는 단계; 및

상기 제2실리콘기판을 전극패턴을 마스크로 이용하여 에칭하여 MEMS 구조물을 형성하는 단계

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광스위치의 제조 방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서, 상기 방법은

제1실리콘기판의 하부 소정위치에 정렬 마크를 형성하는 단계를 더 포함하고,

캐비티 형성, 전극패턴형성, 도파로 형성단계에서 캐비티 및 전극패턴 및 도파로의 위치를 상기 정렬마크를 기준으로 설정하는 것을 특징으로 하는 광스위치의 제조 방법.

【청구항 6】

제 4 항에 있어서, 상기 도파로 형성단계는

제 2실리콘기판 및 전극패턴의 상부에 하부 클래딩을 증착하는 단계;

상기 형성된 하부 클래딩층의 상부에 코어를 장착하는 단계;

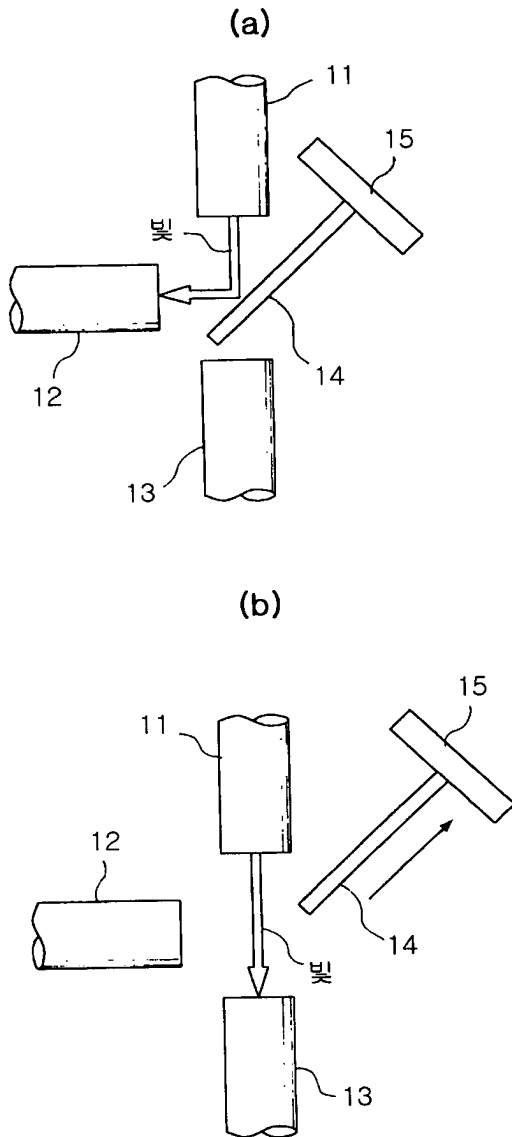
상기 코어가 장착된 클래딩층의 상부에 다시 클래딩을 증착하는 단계; 및

상기 도파로부분을 제외한 나머지 부분의 클래딩을 제거하는 단계

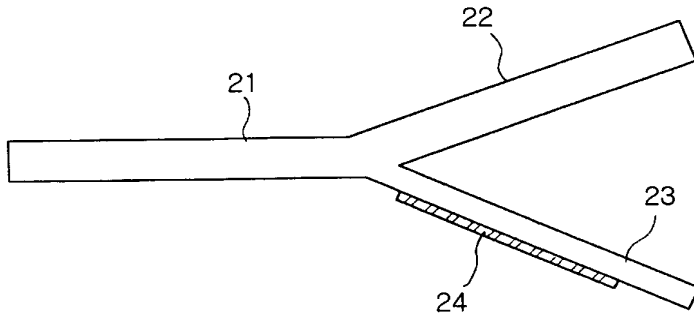
로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광스위치의 제조 방법.

【도면】

【도 1】

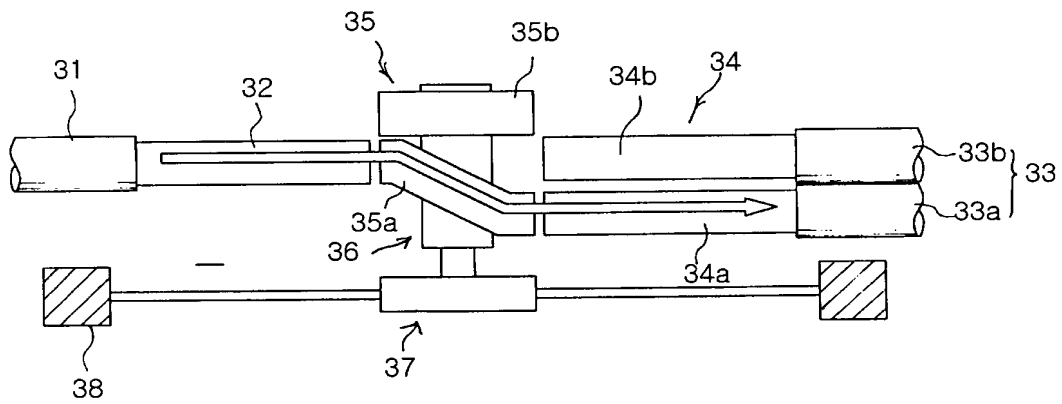


【도 2】

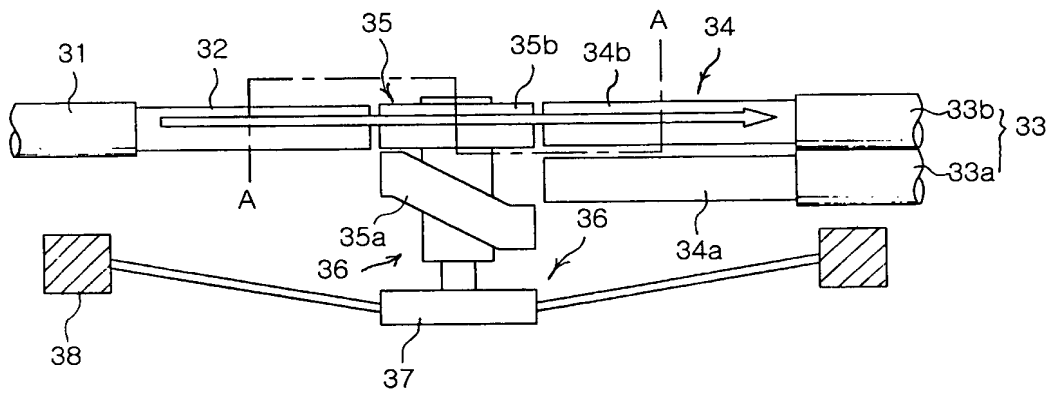


【도 3】

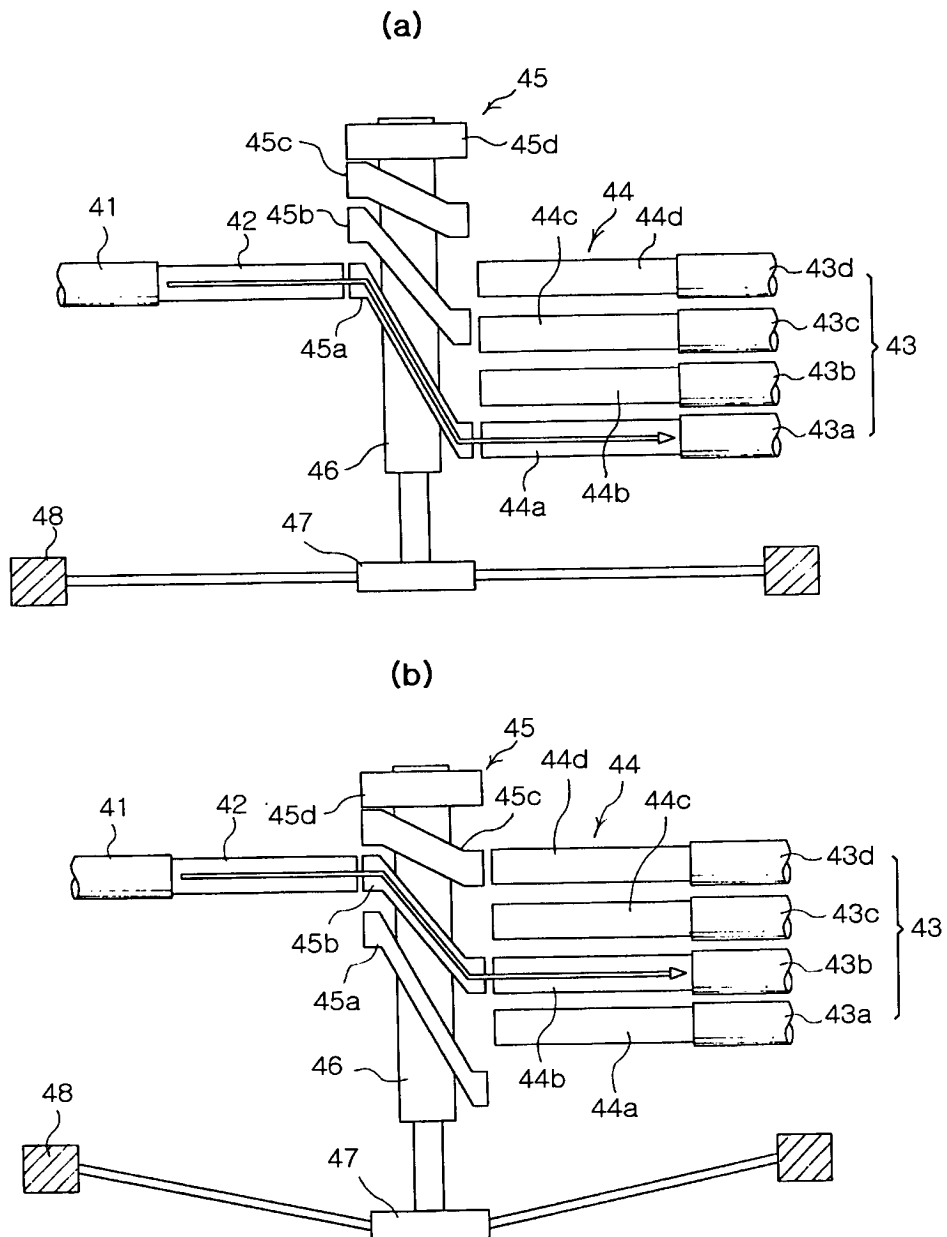
(a)



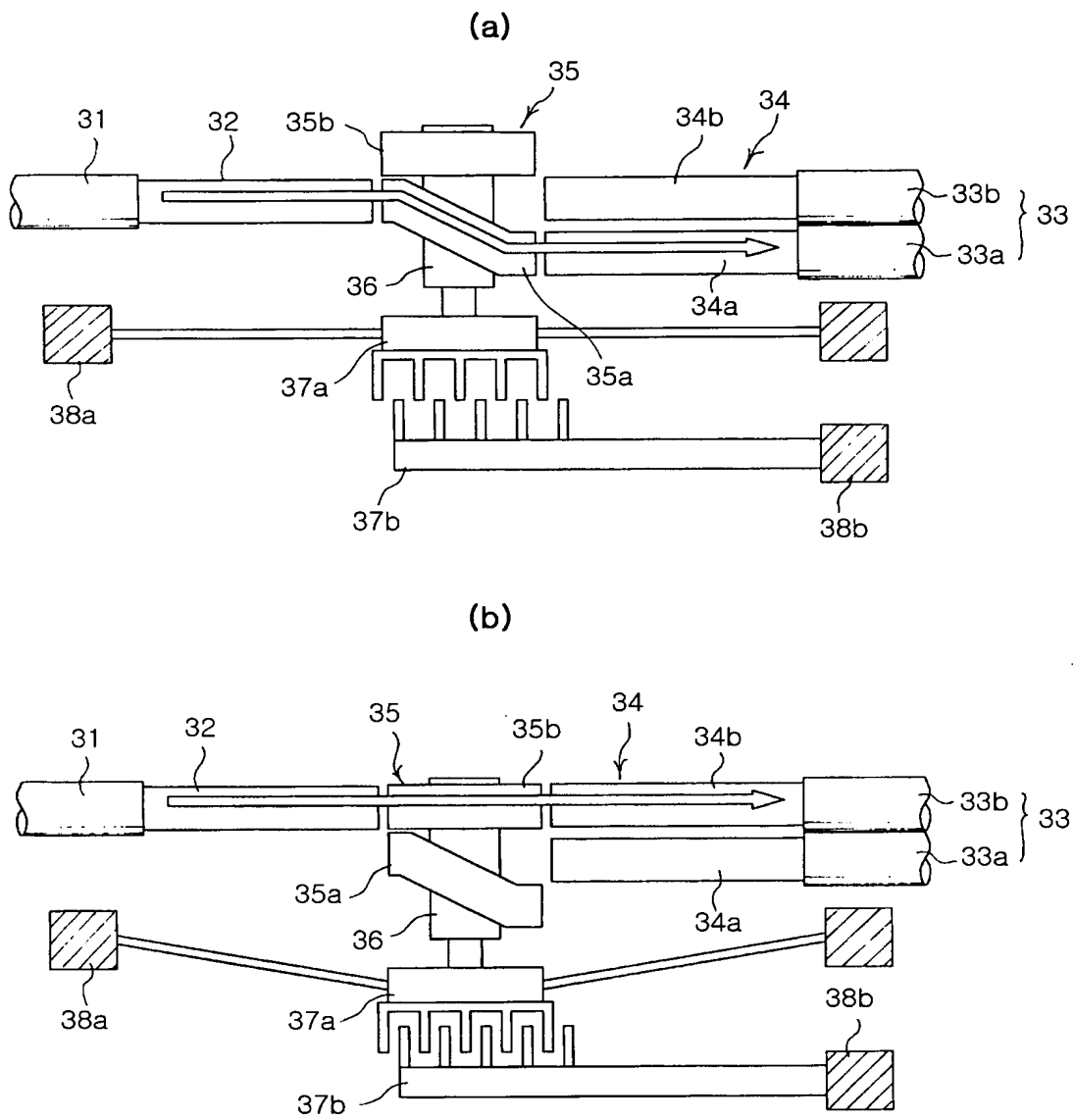
(b)



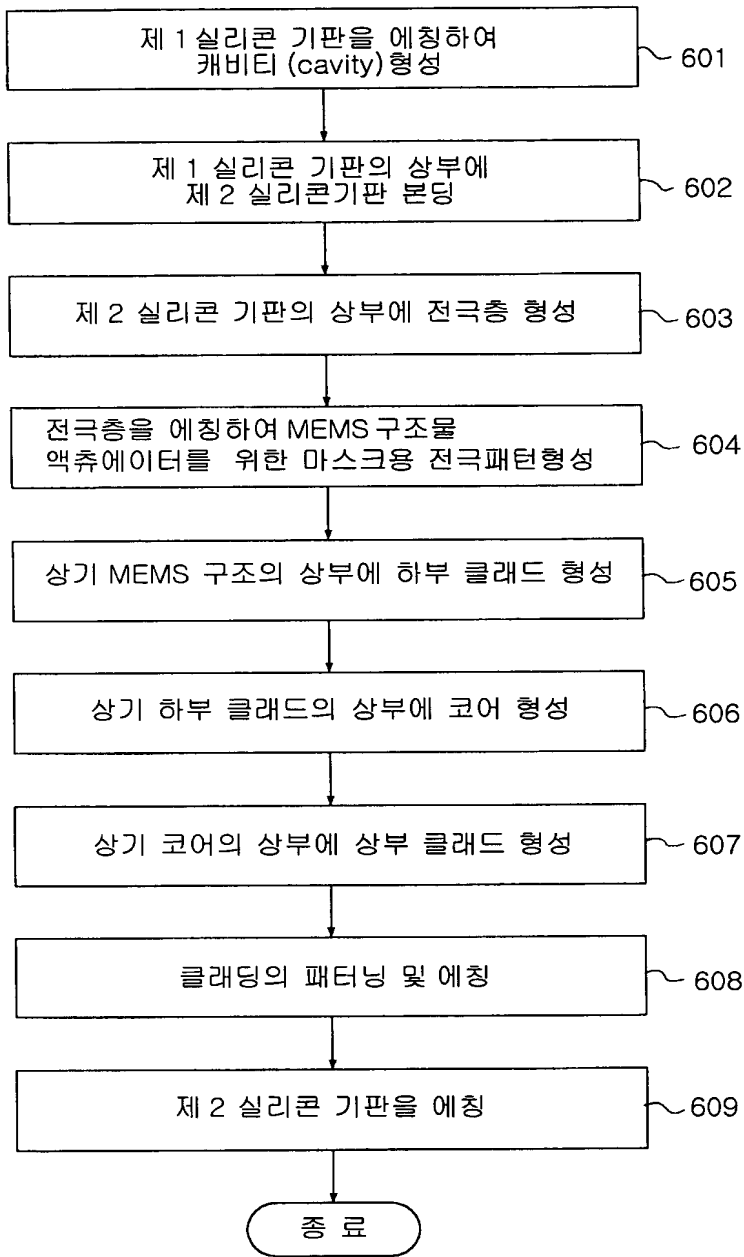
【도 4】



【도 5】



【도 6】



【도 7】

